



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07316649 A**(43) Date of publication of application: **05 . 12 . 95**

(51) Int. Cl

**C21D 8/02**  
**C21D 9/46**  
**C22C 38/00**  
**C22C 38/16**  
**C22C 38/58**

(21) Application number: **06130972**(22) Date of filing: **20 . 05 . 94**(71) Applicant: **SUMITOMO METAL IND LTD**

(72) Inventor: **KOMATSUBARA NOZOMI**  
**IMAI NORIO**  
**NAGAMICHI TOKIAKI**

(54) **PRODUCTION OF HOT ROLLED STEEL PLATE  
 EXCELLENT IN WORKABILITY AND CORROSION  
 RESISTANCE**

## (57) Abstract:

PURPOSE: To stably produce a hot rolled steel plate which has softness and superior hole-spreadability and hardly causes aging deterioration at ordinary temp. at the time of working and is remarkably increased in tensile strength and fatigue strength by means of baking finish treatment after working and also has excellent corrosion resistance.

CONSTITUTION: A steel slab, consisting of  $\leq 0.18\%$  C,

$< 0.30\%$  Si,  $\leq 2.00\%$  Mn,  $0.10-0.80\%$  Cu,  $0.01-0.50\%$  Ni,  $0.020-0.120\%$  P,  $< \leq 0.10\%$  sol.Al,  $0.0080-0.0250\%$  N, and the balance Fe with inevitable impurities or further containing one or more kinds among  $0.0002-0.01\%$  Ca,  $0.01-0.10\%$  Zr,  $0.002-0.10\%$  rare earth elements,  $0.01-0.60\%$  Cr,  $0.01-0.40\%$  Mo, and  $0.0003-0.0050\%$  B, is hot-rolled. After this hot rolling is executed at  $\approx 800^\circ\text{C}$ , the resulting rolled plate is cooled at  $\approx 10^\circ\text{C/s}$  cooling rate and coiled at  $350-600^\circ\text{C}$ .

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-316649

(43) 公開日 平成7年(1995)12月5日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/02		A 7217-4K		
9/46		T		
C 2 2 C 38/00	3 0 1	W		
38/16				
38/58				

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-130972

(22) 出願日 平成6年(1994)5月20日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 小松原 望

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 今井 規雄

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 長道 常昭

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 今井 毅

(54) 【発明の名称】 加工性と耐食性に優れた熱延鋼板の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 加工時には軟質、良穴抜け性で常温時効劣化を起こしにくい加工後の焼付塗装処理によって引張強さと疲労強度が大幅に上昇し、しかも優れた耐食性をも備えた熱延鋼板を安定提供する方法を確立する。

【構成】 C : 0.18%以下, Si : 0.30%未満, Mn : 2.00%以下, Cu : 0.10~0.80%, Ni : 0.01~0.50%, P : 0.020~0.120 %, sol. Al : 0.10%以下, N : 0.0080~0.0250%を含有するか、更にはCa : 0.0002~0.01%, Zr : 0.01~0.10%, 希土類元素 : 0.002 ~0.10%, Cr : 0.01~0.60%, Mo : 0.01~0.40%, B : 0.0003~0.0050%のうちの1種以上をも含み、残部がFe及び不可避免不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を800℃以上で終了した後、10℃/s以上の冷却速度で冷却して350~600℃の温度で巻取る。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 重量割合にて

C: 0.18%以下, Si: 0.30%未満, Mn: 2.00%以下, Cu: 0.10~0.80%, Ni: 0.01~0.50%, P: 0.020~0.120%, sol. Al: 0.10%以下, N: 0.0080~0.0250%を含み、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を800℃以上で終了した後、10℃/s以上の冷却速度で冷却して350~600℃の温度で巻取ることとを特徴とする、加工性と耐食性に優れた熱延鋼板の製造方法。

## 【請求項2】 重量割合にて

C: 0.18%以下, Si: 0.30%未満, Mn: 2.00%以下, Cu: 0.10~0.80%, Ni: 0.01~0.50%, P: 0.020~0.120%, sol. Al: 0.10%以下, N: 0.0080~0.0250%を含有すると共に、更にCa: 0.0002~0.01%, Zr: 0.01~0.10%, 希土類元素: 0.002~0.10%のうちの1種以上をも含み、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を800℃以上で終了した後、10℃/s以上の冷却速度で冷却して350~600℃の温度で巻取ることとを特徴とする、加工性と耐食性に優れた熱延鋼板の製造方法。

## 【請求項3】 重量割合にて

Cr: 0.01~0.60%, Mo: 0.01~0.40%, B: 0.0003~0.0050%の1種以上を更に含有した鋼片を熱間圧延素材とすることとを特徴とする、請求項1又は2に記載の加工性と耐食性に優れた熱延鋼板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、成形加工に供するまでは比較的低強度で加工しやすいが加工後の焼付塗装処理により著しく高強度化して疲労強度が向上すると共に、塩水噴霧環境で優れた耐食性を発揮するところの、自動車や産業機械等の構造部材用として好適な加工性と耐食性に優れた熱延鋼板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来技術とその課題】現在、連続熱間圧延により製造される所謂“熱延鋼板”は比較的安価な構造材として自動車を始めとする各種の産業機械等にも広く使用されているが、これらの用途では経済性の観点からプレス加工による成形がなされる場合が多く、従って優れた加工性を要求されることが多い。しかし、構造材では静的強度（引張強さ）が重要な要求特性であることは言うまでもなく、同時に十分な耐久強度（疲労強度）も要望されている。ところが、鋼板等では一般に強度の増大に伴い加工性が低下するため、高強度と優れた加工性を両立させるのは容易なことではなかった。

【0003】そこで、加工前の段階では強度が比較的低くて良好な加工性を示し、加工後の熱処理によって高強度化する材料が開発され、このような鋼板に関する多くの提案がなされるようになった。例えば、特開昭62-

188021号公報には、焼付硬化型高張力熱延鋼板の製造法として、「延性確保のため0.30~1.00%（以降、成分割合を表す%は重量%とする）ものSiを含み、また焼付塗装時の歪時効を促すためのNを多量に含有した特定化学組成の鋼を熱間圧延した後で急冷する方法」が開示されている。

【0004】しかしながら、この方法では、素材中に多量のSiを含有させているので巻取り後の徐冷中に $Si_3N_4$ が析出して固溶N量が減少し、このため得られた熱延鋼板を成形し焼付塗装を施しても、含有させたNが焼付塗装時の歪時効による強度上昇に対して有効に働かず、高々70N/mm<sup>2</sup>程度の引張強さの上昇しか示さない。しかも、素材中に多量のSiを添加しているために鋼板表面の性状が劣化し、自動車のホイール用材料等には適用することができなかった。

【0005】また、特開平4-74824号公報には、「Nを多量に含有した特定化学組成の鋼を熱間圧延した後で350℃以下まで急冷して巻取ることからなる焼付硬化型高張力熱延鋼板の製造方法」が開示されている。しかし、この方法では、鋼板組織をフェライトとマルテンサイトを主体とする複合組織として焼付硬化性を確保すべく熱間圧延後は350℃以下にまで急冷して巻取りを行うので、NのみならずCまでも鋼板中に固溶し、このため得られる熱延鋼板は常温歪時効劣化を起こして延性が低下しやすいという問題があった。更に、得られる熱延鋼板はフェライトとマルテンサイトを主体とした組織であるため良好な穴抜け性が得られず、厳しい穴抜け加工を受ける部材への適用は困難であった。

【0006】一方、自動車用の薄鋼板等では、燃費規制の強化に伴って車体の軽量化を促進するために高張力・薄肉化される傾向にあるが、これに加えて道路凍結防止剤の使用に対処すべく防錆処理を施したものの使用量が拡大している。鋼板に耐食性を付与する手法としては、「耐食性鋼」に代表されるように鋼板成分として少量のCu, P, Cr等の元素を添加して緻密な腐食皮膜を形成させるもの（例えば特開昭54-9113号公報を参照）、あるいは「Zn系メッキ鋼板」に代表されるように鋼板の表面に保護皮膜をメッキする方法がある。ただ、耐食性の観点から耐食性鋼板とZn系メッキ鋼板を比較した場合、犠牲防食性を有するメッキ鋼板の方が一般に優れた耐食性を示す。従って、腐食性の環境で使用される部材に使用される鋼板としてはZn系メッキ鋼板が多用される傾向にある。

【0007】しかし、ホイール材等の自動車足廻り部品に使用される比較的板厚の厚い鋼板はプレス成形後にアーク溶接を行って組み立てられることが多いが、Znメッキ鋼板をアーク溶接すると、重ね隅肉溶接部にメッキ皮膜中のZnの蒸発に起因したブローホール等の溶接欠陥が多発して疲労強度の低下を招くなど継手の信頼性が損なわれて十分な部品強度が得られないという問題があっ

た。更に、メッキ鋼板には製造コストが高いという不利もあり、このため加工性の優れた耐食性鋼板の出現が待たれる状況にあった。

【0008】このようなことから、本発明が目的としたのは、加工時には軟質でかつ穴抜け性に優れると共に常温時効劣化を起こしにくい、加工後の焼付塗装処理によって引張強さと疲労強度が大幅に上昇し、しかも自動車足廻り部品等に要求される優れた耐食性をも備えた熱延鋼板を安定提供する方法を確立することであった。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、次に示す知見を得ることができた。

a) 焼付塗装時の歪時効を期待してNを多量に含有させた焼付硬化型熱延鋼板の素材鋼において、そのSi含有量を特に0.30%よりも低い値に抑え、得られる熱延鋼板の焼付硬化能が大幅に向上すること。図1は、“素材鋼中のSi含有量”と“焼付塗装処理による鋼板の引張強さ増加量〔ΔTS〕”とに関する調査結果を示したグラフである。なお、この調査は次のように実施した。即ち、基本組成が0.03%C-0.35%Mn-0.012%Nあるいは0.14%C-1.3%Mn-0.012%Nでかつ種々Si含有量の鋼片（スラブ）を1200℃に加熱してから熱間圧延を行い、880℃にて仕上げ圧延した後、420℃まで加速冷却し、引き続いて巻取り後の冷却状態を想定し420℃から室温まで炉冷することによって3.2mm厚の熱延鋼板を製造した。そして、この鋼板からJIS5号引張試験片を採取し、“熱延のままの状態”と“8%引張歪を付与した後170℃×20minの焼付塗装処理相当の熱処理を施した状態”のものについて引張試験を行い、引張強さ増加量〔ΔTS〕を調べた。図1から明らかなように、Si含有量を0.30%未満に低減することによって70N/mm<sup>2</sup>をはるかに超える大きなΔTSが得られる。

【0010】b) また、上述のように素材鋼のSi含有量を0.30%よりも低く抑え、得られる熱延鋼板は良好な表面性状を呈するようになり、自動車のホイール用材料等としても十分に満足できるものとなること。即ち、Siは鋼板のフェライト相を強化し強度-延性バランスに優れた“フェライト+ベイナイト組織”を得るので比較的少量の添加がなされることが多いが、熱延加熱時にSiスケールという特有の酸化物を生成するために鋼板の表面性状を劣化させる傾向がある。しかし、高N鋼においてはSi含有量を低減しても強度的な問題を解決することが可能であり、この点や前記焼付硬化能に関する知見を踏まえてSi含有量を0.30%未満にまで低減すると、Siスケールの生成による表面性状の劣化を十分に防止できるようになる。

【0011】c) 上述のようにSi含有量を規制した高N鋼においては、熱間圧延後の加速冷却を350～600℃の温度域で停止して巻取ることによりマルテンサイト

の生成を抑制しても、焼付塗装時に大きな引張強さ増加量〔ΔTS〕が確保されるので強度的な問題を生じないばかりか、優れた穴抜け性を確保することができるようになり、大きな引張強さ増加量〔ΔTS〕と優れた穴抜け性の両立が可能となること。図2は、熱延鋼板の“巻取温度”と“穴抜け率”とに関する調査結果を示したグラフである。なお、この調査は次のように実施した。即ち、0.03%C-0.03%Si-0.35%Mn-0.012%N鋼及び0.14%C-0.05%Si-1.3%Mn-0.012%N鋼を1200℃に加熱してから熱間圧延を行い、880℃にて仕上げ圧延した後、加速冷却と種々の温度で巻取り相当処理を施して3.2mm厚の熱延鋼板を製造した。そして、この鋼板から95mm×95mmの正方形試験片を切り出して10mmφの穴をクリアランス15%で打抜き、60°の円錐ポンチで限界穴抜け率を求めて穴抜け性を評価した。図2から明らかなように、巻取温度を350℃以上にするることによって穴抜け性の大幅な向上が可能であり、優れた穴抜け性を要求される用途にも十分適用できることが分かる。

【0012】d) しかも、熱間圧延に続く加速冷却後の巻取温度が350℃を下回らないようにすると、得られる熱延鋼板の常温時効劣化を防止できること。図3は、熱延鋼板の“巻取温度”と“常温時効劣化（常温時効による伸びの低下量）”とに関する調査結果を示したグラフである。なお、この調査は次のように実施した。即ち、0.03%C-0.03%Si-0.35%Mn-0.012%N鋼並びに0.14%C-0.05%Si-1.3%Mn-0.012%N鋼を1200℃に加熱してから熱間圧延を行い、880℃にて仕上げ圧延した後、加速冷却と種々の温度での巻取り相当処理を施して3.2mm厚の熱延鋼板を製造した。そして、この鋼板から短冊状試験片を採取し、2%の調質圧延を施してから50℃×3日の常温時効促進熱処理を行ったものにつき引張試験を行い、伸びの低下量〔ΔEL〕を調べた。図3から明らかなように、室温巻取り材は時効劣化により伸びが5%以上低下するのに対して、420℃巻取り材は伸びの低下が3%以下であり、巻取温度を高めることによって常温時効劣化の抑制が可能であることが分かる。

【0013】e) 更に、上述のように成分組成を調整すると共に処理条件を規制した高N熱延鋼板においては、プレス成形後に焼付塗装処理を施すと大幅な疲労強度の増大がなされることが多い。即ち、0.14%C-0.05%Si-1.3%Mn-0.012%N鋼を1200℃に加熱してから熱間圧延を行い、880℃で仕上げ圧延した後、加速冷却して420℃で巻取った熱延鋼板から2mm厚の疲労試験片を採取し、これに種々の引張歪を付与すると共に更に170℃×20minの焼付塗装処理相当の熱処理を施して疲労強度を調査したところ、引張強さ増加量〔ΔTS〕の増大に伴い疲労強度が向上することを確認した。なお、これはC含有量を低くした（0.05%未満とした）熱延鋼板においても同様であり、低N鋼よりも高い疲労強度を確保

できることが分かった。

【0014】f) その上、上記処理を施す鋼板の成分として所定量のCu, Ni及びPを添加した場合には、上述した効果に格別な悪影響を及ぼさずに耐食性の一段と向上した材料が実現されること。図4は、0.14%C-0.05%Si-1.3%Mn-0.35%Cu-0.15%Ni-0.045%P-0.010%N鋼(耐食鋼)を1200℃に加熱してから熱間圧延を行い、880℃にて仕上げ圧延した後、加速冷却して600℃あるいは450℃で巻取った熱延鋼板と普通鋼の熱延板とについて耐食性を比較したグラフである。なお、耐食性は、鋼板から2.0mm厚×70mm幅×150mm長さの試験片を採取して「塩水噴霧(0.5%食塩水、35℃×6hr保持)→乾燥(70℃×6hr保持)→湿潤(湿度85%, 50℃×12hr保持)」を1サイクルとする乾湿繰り返し試験を行い、試験片の最大腐食深さを測定する方法で評価した。図4からも、Cu, Ni, Pを添加した鋼板は普通鋼に比べて耐孔あき腐食性に優れることが明らかであり、また巻取温度を低下させることによって耐食性がより一層向上することも分かる。

【0015】本発明は、上記知見事項等に基づいて完成されたものであり、「C: 0.18%以下, Si: 0.30%未満, Mn: 2.00%以下, Cu: 0.10~0.80%, Ni: 0.01~0.50%, P: 0.020~0.120%, sol. Al: 0.10%以下, N: 0.0080~0.0250%を含有するか、あるいは更にCa: 0.0002~0.01%, Zr: 0.01~0.10%, 希土類元素: 0.002~0.10%, Cr: 0.01~0.60%, Mo: 0.01~0.40%, B: 0.0003~0.0050%のうちの1種以上をも含み、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を800℃以上で終了した後、10℃/s以上の冷却速度で冷却して350~600℃の温度で巻取ることにより、優れた成形加工性、穴

30 抜け性並びに耐食性を有すると共に、加工後の焼付塗装処理によって引張強さ、疲労強度の大幅な上昇が可能な表面性状の良好な熱延鋼板を安定して製造できるようにした点」に大きな特徴を有している。

【0016】以下、本発明において、素材鋼片の成分組成並びに熱延鋼板の製造条件を前記のように限定した理由をその作用と共に説明する。

【作用】A) 素材鋼片の成分割合

〈C〉Cは安価に鋼板の強度を高め得る元素であるが、0.18%を超えて含有させると硬質な第2相が増大して得られる熱延鋼板の加工性が低下すると共に、溶接性も劣化するので、C含有量は0.18%以下と定めた。なお、P, Cu, Niの添加による固溶強化が期待されるので必ずしも多量のCは必要ではなく、むしろ積極的にC含有量を低減することによってパーライト相やセメントライト粒子の生成量を低減して電気化学的不均一性を減少させることは、局部腐食反応を抑制することによって耐食性の向上につながるので好ましい。特に、C含有量を0.02%以下にまで低減すると一層の耐食性向上効果が得られる

が、0.0001%未満にまで低減することは製鋼コストの点で実質的ではない。

【0017】〈Si〉Siは固溶強化作用によってフェライト相を強化し得られる熱延鋼板の強度・延性バランスを向上させるため一般には好ましいとされている成分であるが、次の理由により本発明はその含有量を0.30%未満に制限することを1つの特徴としている。即ち、高N鋼においてSi含有量を増加させると、巻取り後の徐冷中にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等のSi窒化物が生成するので十分な量の固溶N量が確保できてくることに加えて、熱延加熱時にSiスケールという特有の酸化物が生成して鋼板の表面性状を劣化させるようになる。しかし、Si含有量が0.30%未満になると上記弊害が急減することから、Si含有量については0.30%未満と限定した。なお、Si含有量は望ましくは0.05%以下とするのが良く、これにより一層安定した性能が得られる。

【0018】〈Mn〉Mnは固溶強化と変態強化を通じて得られる熱延鋼板の強度を高める作用を有している。しかし、2.00%を超えて含有させると硬質なマルテンサイトの生成を促進し、穴抜け性を低下させると共に溶接性が劣化するので、その含有量を2.00%以下と定めた。なお、Mn含有量が1.2%を超えるとフェライト相が硬質化して加工性が低下する兆しが現れ、更に低C鋼においてMn含有量を高めるためには低Cの金属マンガンの使用が必要となって製鋼コストの著しい上昇を招くので、これらの観点からはMn含有量を1.2%以下に調整するのが良い。

【0019】〈Cu〉Cuは耐食性を向上させるための主要な成分であり、緻密な腐食皮膜の生成を通じて耐食性を向上させる。また、固溶強化を通じて鋼板の強度を増大させる効果も有しているが、その含有量が0.10%未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、0.80%を超えて含有させても前記作用が飽和して経済性を損なうことから、Cu含有量は0.10~0.80%と定めた。

【0020】〈Ni〉Niは、Cu添加に伴う熱間加工性の低下を防止する作用のほか、耐食性を向上させる作用と鋼板の強度を向上させる作用を有しているが、その含有量が0.01%未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、0.50%を超えて含有させると経済性を損なうので、Ni含有量は0.01~0.5%と定めた。

【0021】〈P〉Pは固溶強化を通じてフェライトの強化に有効な元素であり、また緻密な腐食皮膜の生成を通じて耐食性を高める作用も有しているが、その含有量が0.020%未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、0.120%を超えて含有させると母材の靱性・穴抜け性を劣化させることから、P含有量は0.020~0.120%と定めた。

【0022】〈sol. Al〉Alは脱酸剤として添加され、得られる熱延鋼板の延性を高める作用を有しているが、多

量に添加すると熱延時にAlNの析出を促進し固溶Nを減少させるので、その含有量を0.10%以下と定めた。なお、脱酸作用の確保には0.08%以下の含有量で十分であり、特に0.03%以下とすることが好ましい。

【0023】〈N〉Nは熱延鋼板中に固溶させることによって、プレス加工後の焼付塗装処理により窒化物として析出し加工部分の強度を高め、成形品の疲労強度を向上させる作用を有している。そして、焼付塗装処理による十分な引張強さ増加量〔ΔTS〕を確保するためには

(引張強さを98N/mm<sup>2</sup>以上高めるためには)0.0080%以上のNを含有させることが必要であり、一方、0.0250%を超えて含有させても熱延時に脱Nが促進してその効果は飽和することから、N含有量を0.0080~0.0250%と定めた。

【0024】〈Ca, Zr及び希土類元素〉Ca, Zr及び希土類元素(REM)は何れも熱延鋼板の冷間加工性を改善する作用を有しているので、必要により1種又は2種以上の添加がなされる。即ち、Ca, Zr及び希土類元素は、何れも鋼中に形成されるMnSの性質を変化させて熱延時に展伸しにくい介在物を形成する作用を有し、加工性の低下を防止するのに有効な成分である。しかし、その含有量がCaの場合は0.0002%未満、Zrの場合は0.01%未満、そして希土類元素の場合は0.002%未満であると前記作用による所望の効果が得られず、一方、Caが0.01%を、Zrが0.10%を、そして希土類元素が0.10%をそれぞれ超えて含有されると逆に鋼中の介在物が多くなりすぎて加工性が劣化するので、Ca含有量は0.0002~0.01%、Zr含有量は0.01~0.10%、希土類元素含有量は0.002~0.10%とそれぞれ定めた。

【0025】〈Cr, Mo及びB〉Cr, Mo及びBは何れも鋼板の強化に有効な元素であるため、必要により1種又は2種以上の添加がなされる。Cr及びMoは、何れも固溶強化と変態強化を通じて鋼板の強度を向上させると共に第2相を分散させて穴抜け性を向上させる作用がある。更に、腐食環境下で鋼板表面に生成する皮膜を安定化し腐食孔の成長を抑制する作用を有している。しかし、CrあるいはMoの含有量が0.01%未満では前記作用による所望の効果を達成することができず、一方、Crの場合には0.60%を超えて含有させると化成処理性の低下を招くと共に、孔食を促進する傾向を示す。また、Moの場合には0.40%を超えて含有させても前記効果が飽和してしまう。従って、Cr含有量は0.01~0.60%、Mo含有量は0.01~0.40%とそれぞれ定めた。

【0026】一方、Bは粒界に偏析して粒界強度を増大させる作用を有している。特に、Pを含む耐食性鋼板でC含有量が低い場合には2次加工脆性が懸念されるが、Bの添加によってそれを防止することができる。ただ、B含有量が0.0003%未満では前記作用による所望の効果\*

\*が得られず、一方、0.0050%を超えて含有させると鋼板の延性・穴抜け性が低下するようになる。従って、B含有量は0.0003~0.0050%と定めた。

【0027】なお、鋼中へ不可避免的に混入するSはMnとMnSを形成し熱延時に圧延方向に進展して特に圧延直角方向の延性を低下させ、プレス加工性を低下する。従って、その含有量は0.005%以下に低減するのが良く、より好ましくは0.001%以下にまで低減することが推奨される。

#### 10 【0028】B) 製造条件

熱間圧延に供する鋼片としては、連続铸造スラブあるいは分塊圧延スラブの何れであっても良い。更に、連続铸造で得たスラブを直送圧延しても良いし、一旦冷却されたスラブを再加熱して用いても構わない。但し、スラブを再加熱して圧延を行う場合には、AlN等の窒化物を完全に再溶解するため再加熱温度は1100℃以上とすべきである。

【0029】また、熱間圧延は、仕上げ温度が800℃よりも低くなるとオーステナイトの加工硬化が促進され、AlNの析出が起こって熱延板の固溶N量が減少するので十分な引張強さ増加量〔ΔTS〕が得られない。しかも、AlNの析出により耐食性も低下する。従って、熱間圧延を800℃以上で終了することと定めたが、好ましくは850℃以上で仕上げるのが良い。

【0030】熱間圧延後の冷却では、冷却速度が10℃/sよりも遅くなると冷却時にAlNの析出が促進されて固溶Nが減少し、また高強度化を狙って炭素含有量を高目に調整したものでは高強度化に必要な低温変態組織を得ることができないため、前記冷却速度は10℃/s以上と定めた。

【0031】更に、加速冷却後の巻取りは、600℃を超える温度で巻取ると巻取り後の徐冷中にAlNが生成して十分な量の固溶Nが確保できなくなり、耐食性の低下も起きる。一方、巻取温度が350℃よりも低くなると熱延鋼板の固溶C量が増大して常温時効劣化を起こしやすくなるばかりか、高強度化を狙って炭素含有量を高目に調整したものではマルテンサイトの生成が促進されて穴抜け性が低下する。従って、本発明では巻取温度を350~600℃と定めた。

【0032】続いて、本発明の効果を実施例によって更に具体的に説明する。

#### 【実施例】

【実施例1】化学成分組成が表1のA~Vに示される連続铸造スラブを、表2に示す条件で熱間圧延して巻取り、板厚が2.6mmの熱延鋼板を得た。

#### 【0033】

#### 【表1】

鋼種		化 学 成 分 (重量%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	sol.Al	N	そ の 他
本発明対象鋼	A	0.08	0.05	1.45	0.075	0.001	0.17	0.10	0.047	0.0133	—
	B	0.12	0.05	1.35	0.029	0.002	0.43	0.22	0.036	0.0111	—
	C	0.05	0.02	1.86	0.044	0.003	0.35	0.15	0.035	0.0156	—
	D	0.17	0.01	0.54	0.030	0.008	0.72	0.33	0.056	0.0182	—
	E	0.10	0.15	1.42	0.053	0.012	0.54	0.22	0.010	0.0078	—
	F	0.06	0.23	1.55	0.112	0.006	0.26	0.11	0.087	0.0223	—
	G	0.10	0.05	1.35	0.052	0.001	0.35	0.14	0.018	0.0112	Cr:0.52
	H	0.10	0.04	1.12	0.053	0.002	0.16	0.05	0.017	0.0115	Mo:0.18
	I	0.08	0.05	1.52	0.071	0.005	0.33	0.12	0.021	0.0127	Cr:0.17, Mo:0.08, Ca:0.0012
	J	0.08	0.03	1.55	0.075	0.004	0.25	0.11	0.023	0.0131	Cr:0.47, Zr:0.03
	K	0.09	0.15	1.38	0.051	0.008	0.43	0.26	0.015	0.0093	Ca:0.0054
	L	0.09	0.14	1.32	0.058	0.005	0.46	0.21	0.026	0.0133	Zr:0.06
	M	0.13	0.05	1.13	0.069	0.002	0.52	0.26	0.052	0.0182	REM:0.043
	N	0.06	0.14	1.89	0.061	0.002	0.24	0.18	0.041	0.0127	Ca:0.0025, REM:0.012
	O	0.15	0.08	0.56	0.055	0.003	0.28	0.11	0.034	0.0111	Zr:0.02, REM:0.021
比較鋼	P	0.13	0.05	1.32	0.069	0.003	0.35	0.17	0.027	*0.0034	—
	Q	*0.21	0.05	1.35	0.052	0.005	0.33	0.15	0.025	0.0113	—
	R	0.02	0.23	0.65	*0.005	0.003	0.34	0.12	0.033	*0.0024	—
	S	0.09	0.14	1.12	*0.001	0.002	*0.01	0.04	0.029	*0.0052	Zr:0.03
	T	0.12	*0.86	1.35	*0.151	0.012	0.42	0.22	0.025	0.0085	Ca:0.0033
	U	0.10	0.05	1.34	0.035	0.003	*0.02	0.03	0.034	0.0092	*Cr:0.89
	V	0.09	*0.47	*2.21	0.059	0.005	0.22	0.11	0.022	0.0135	REM:0.023

(注1) 残部成分はFe及び不可避免不純物である。

(注2) \*印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。

【0034】

【表2】

試験番号	焼延・巻取り条件	焼延温度 (°C)	仕上温度 (°C)	冷間延伸 (%)	巻取温度 (°C)	焼延後の機械的性質 (規定: 2.0mm 方向)				延時効後の特性		常温時効劣化		腐食性 (最大腐食深さ (mm))			
						0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	穴抜け率 (%)	ΔTS (N/mm <sup>2</sup> )	耐久限 (h)	ΔEL (%)	劣化率	10	30	60	120
1	A			30	450	528	662	27.6	10.3	97	357	-2.6		1.0	3.0	6.0	12.0
2	B		820	25	550	449	581	30.8	90.2	97	319	-2.8		0.13	0.38	0.60	0.93
3	C					462	593	30.2	88.4	91	321	-2.6		0.13	0.38	0.60	0.93
4	D	1250				511	648	21.2	81.8	103	368	-2.6		0.15	0.42	0.67	1.08
5	E					549	679	28.9	70.0	109	371	-2.4		0.14	0.35	0.63	0.97
6	F	880		30	450	579	704	28.1	75.3	83	370	-2.4		0.13	0.38	0.61	0.94
7	G					597	718	25.7	75.3	120	384	-2.4		0.12	0.35	0.57	0.87
8	H	1160				656	763	23.9	69.6	82	402	-2.5		0.10	0.29	0.46	0.71
9	I			55		586	719	25.8	72.1	92	381	-2.3		0.15	0.43	0.67	1.04
10	J		860		380	702	808	23.0	65.2	95	424	-2.3		0.12	0.35	0.55	0.85
11	K			45		690	799	21.2	65.8	96	421	-2.3		0.12	0.34	0.54	0.83
12	L			40		618	744	25.1	71.3	87	381	-2.2		0.13	0.37	0.59	0.91
13	M					581	709	26.1	75.3	97	379	-2.3		0.12	0.36	0.57	0.88
14	N			35	420	613	739	24.9	71.5	109	399	-2.5		0.12	0.34	0.54	0.89
15	O		820			640	756	24.5	70.6	95	400	-2.3		0.13	0.38	0.60	0.93
16	P			5		539	676	27.3	76.6	91	380	-2.4		0.14	0.41	0.66	1.02
17	Q			25	850	374	500	35.0	103.2	28	248	-2.1		0.16	0.53	0.98	1.34
18	R					385	510	34.3	101.1	22	250	-2.4		0.16	0.56	1.02	1.45
19	S	1250	760	40	200	612	766	25.1	66.6	91	403	-6.3		0.14	0.39	0.63	0.97
20	T			55	20	509	709	28.1	50.0	103	381	-7.6		0.13	0.38	0.61	0.94
21	U		880			587	710	25.7	74.9	41	353	-2.5		0.13	0.37	0.59	0.91
22	V			25		672	775	17.6	48.6	92	407	-4.3		0.15	0.42	0.68	1.04
23	W				450	358	508	36.3	106.3	34	255	-3.4		0.16	0.48	0.79	1.22
24	X					456	600	30.6	49.3	42	302	-2.9		0.18	0.64	1.16	1.93
25	Y		880	30		824	905	17.3	33.1	85	465	-2.3		0.18	0.45	0.72	1.10
26	Z					661	771	23.9	68.6	87	403	-2.4		0.16	0.57	1.03	1.72
27	AA			40	420	779	885	21.3	62.1	88	492	-2.4		0.18	0.59	0.82	0.96

(注1) \*印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。  
 (注2) 延時効条件は「8%予延+170℃×20min保持」で、常温時効条件は「1%予延+90℃×3日間保持」であった。

【0035】次に、得られた熱延鋼板からJIS5号引張試験片を採取し、引張特性を調査した。更に、250mm×250mmの正方形試験片を採取し、30mmφの穴を打ち抜いた後、頂角60°の円錐ポンチで穴抜け試験を行った。また、別に採取した試験片に8%引張歪を付与した後、170°×20minの焼付塗装処理相当の熱処理を施し、これを引張試験に供して歪時効特性を調査すると共に、この焼付塗装処理相当の熱処理を施した材料から平滑疲労試験片を採取し、平面曲げ疲労特性も調べた。更に、前記熱延鋼板から40mm幅×200mm長さの短冊状試験片を切り出して伸び率1%の調質圧延を施し、更に90℃で3日間の時効処理を施した後、JIS5号試験片を作成して常温時効劣化を調べた。加えて、前記熱延鋼板から2.0mm厚×70mm幅×150mm長さの試験片を切り出し、前記図4の結果を得た試験と同じ条

件の腐食サイクル試験を行い、最大腐食深さの変化を調べた。これらの試験結果を表2に併せて示す。

【0036】表2に示される結果からも明らかなように、本発明で規定する条件に従って製造された熱延高張力鋼板は、優れた強度-伸びバランス、強度-穴抜け性バランスを有すると同時に、高い焼付硬化能、耐久強度を示し、常温時効劣化も少なく加工性の優れていることが分かる。また、耐穴あき腐食性に優れていることも確認できる。

【0037】これに対して、巻取温度が本発明規定値の上限を外れた試験番号17及び18では十分な焼付硬化能が得られずに耐久限が低下し、更に耐食性も十分でないことが分かる。また、素材鋼のN含有量が本発明規定値の下限を外れた試験番号21、23及び24では十分な焼付硬化能が得られず、耐久限も低下している。そして、巻取温



度が本発明規定値の下限を外れた試験番号19、20では穴  
 抜け性と常温時効特性が劣化している。

【0038】一方、素材鋼のC含有量が本発明規定値の  
 上限を外れた試験番号22では、伸びと穴抜け性が劣化し  
 ている。更に、素材鋼のSi量が本発明規定値の上限を外  
 れた試験番号25及び27では表面性状が劣化しており、Cu  
 又はP量が本発明規定値の下限を外れた試験番号23、24\*

\*及び26では耐食性が劣化し、またP量が本発明規定値の  
 上限を外れた試験番号25では穴抜け性も劣化している。

【0039】〔実施例2〕化学成分組成が表3のa～u  
 に示される連続铸造スラブを、表4に示す条件で熱間圧  
 延し巻取って、板厚が2.6mmの熱延鋼板を得た。

【0040】

【表3】

鋼種	化 学 成 分 (質量%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	sol. Al	N	そ の 他	
本発明対象鋼	a	0.0082	0.04	0.43	0.075	0.004	0.18	0.10	0.032	0.0134	—
	b	0.0122	0.03	0.33	0.029	0.002	0.45	0.21	0.045	0.0112	—
	c	0.0057	0.02	0.86	0.044	0.003	0.33	0.13	0.055	0.0165	—
	d	0.0171	0.01	0.54	0.030	0.008	0.78	0.35	0.026	0.0128	—
	e	0.0310	0.13	1.12	0.053	0.012	0.52	0.21	0.010	0.0087	—
	f	0.0026	0.23	0.54	0.112	0.007	0.25	0.09	0.007	0.0213	B:0.0020
	g	0.0162	0.05	0.35	0.052	0.003	0.35	0.14	0.058	0.0121	—
	h	0.0210	0.04	0.16	0.053	0.003	0.15	0.05	0.027	0.0115	—
	i	0.0048	0.03	0.52	0.071	0.005	0.32	0.12	0.023	0.0127	B:0.0008, Ca:0.0021
	j	0.0022	0.03	0.55	0.075	0.001	0.25	0.11	0.021	0.0133	B:0.0013, Zr:0.03
	k	0.0019	0.15	0.38	0.051	0.003	0.43	0.27	0.015	0.0093	B:0.0032, Ca:0.0066
	l	0.0022	0.14	0.33	0.058	0.005	0.47	0.23	0.023	0.0121	B:0.0018, Zr:0.07
	m	0.0133	0.05	0.53	0.069	0.002	0.52	0.27	0.050	0.0182	REM:0.034
	n	0.0067	0.12	0.81	0.061	0.002	0.22	0.19	0.041	0.0127	Ca:0.0033, REM:0.012
	o	0.0151	0.08	0.56	0.055	0.003	0.28	0.13	0.034	0.0113	Zr:0.02, REM:0.022
	p	0.0130	0.05	0.32	0.063	0.003	0.35	0.17	0.025	*0.0033	—
比較鋼	q	0.0032	0.23	0.65	*0.005	0.003	0.27	0.12	0.037	*0.0025	B:0.0022
	r	0.0049	*0.75	1.12	*0.001	0.002	*0.01	0.02	0.029	*0.0053	Zr:0.03
	s	0.0120	0.06	0.35	0.037	0.008	*0.02	0.02	0.022	0.0082	Ca:0.0027
	t	0.0027	0.05	0.34	0.035	0.003	0.42	0.27	0.035	0.0087	B:0.0019
	u	0.0091	*0.52	1.53	0.059	0.005	0.28	0.13	0.022	0.0115	REM:0.035

(注1) 残留成分はFe及び不可避不純物である。

(注2) \*印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。

【0041】

【表4】

表 4

試験番号	測定箇所	焼延・巻取り条件				焼延のときの鋼板の機械的性質 (厚さ2.0mm、1方向)				耐食後の特性		常温時腐食化		耐食性(最大腐食深さ(mm))		
		加熱温度 (℃)	仕上温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	巻取温度 (℃)	0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	穴抜け率 (%)	ΔTS (N/mm <sup>2</sup> )	耐久限 (h/mm <sup>2</sup> )	ΔBI (%)	ΔBI (%)	10	30	
28	a	1250	880	30	450	364	442	41.8	120.3	97	253	-2.6	0.12	0.36	0.57	
29	b			25	550	335	421	48.4	121.3	97	244	-2.8	0.12	0.36	0.57	
30	c			30	450	314	401	45.5	130.4	92	232	-2.6	0.13	0.39	0.62	
31	d					358	453	40.7	117.1	105	262	-2.5	0.13	0.39	0.62	
32	e					369	463	39.8	114.4	96	263	-2.4	0.12	0.38	0.53	
33	f					444	530	35.0	101.0	85	289	-2.4	0.12	0.34	0.54	
34	g	1150	900	30		411	502	37.2	107.7	117	291	-2.4	0.10	0.28	0.44	
35	h					341	437	42.3	121.7	94	249	-2.5	0.13	0.37	0.59	
36	i					320	424	48.9	121.9	92	243	-2.3	0.14	0.41	0.65	
37	j					361	464	40.1	113.3	95	263	-2.3	0.12	0.34	0.55	
38	k	880	880	45	380	380	483	40.2	113.5	97	263	-2.3	0.12	0.35	0.55	
39	l					364	466	40.1	113.9	87	260	-2.2	0.12	0.34	0.55	
40	m					360	458	40.7	116.5	94	269	-2.4	0.11	0.33	0.53	
41	n					389	485	38.2	108.2	109	279	-2.3	0.11	0.31	0.49	
42	o	880	880	35	420	385	482	38.6	110.6	95	271	-2.5	0.13	0.37	0.58	
43	p					361	460	40.4	115.5	92	259	-2.4	0.13	0.38	0.60	
44	q					324	401	45.1	128.7	28	202	-3.1	0.16	0.54	0.99	
45	r					304	381	47.3	135.0	22	189	-2.4	0.17	0.56	1.00	
46	s	1250	820	40	2000	323	447	42.4	114.3	105	259	-2.3	0.13	0.39	0.62	
47	t			55	1500	330	460	41.4	110.7	98	261	-2.6	0.12	0.33	0.53	
48	u			25	450	461	545	33.9	87.5	41	276	-2.5	0.13	0.38	0.61	
49	v					331	428	43.6	126.4	34	217	-2.4	0.17	0.52	0.84	
50	w					418	508	37.7	110.0	42	259	-2.6	0.19	0.65	1.19	
51	x					401	492	37.5	108.1	84	271	-2.3	0.17	0.55	0.87	
52	y	880	880	30	420	329	429	43.2	128.4	85	242	-2.5	0.13	0.45	0.82	
53	z					438	528	36.0	104.0	92	292	-2.4	0.14	0.40	0.63	

(注1) \*印は、本試験で規定する条件から外れている。

(注1) \*印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。

(注2) 耐食試験条件は「8%予張+170℃×20min保持」で、常態試験条件は「1%硫酸+90℃×3日間保持」であった。

【0042】次に、得られた熱延鋼板から実施例1の場合と同様に試験片を採取し、引張特性、穴抜け性、歪み時効特性、平面曲げ疲労特性、常温時効劣化及び耐食性(最大腐食深さ)を調べた。これらの試験結果を表4に併せて示す。

【0043】表4に示される結果からも明らかなように、本発明で規定する条件通りに製造された熱延鋼板は、極めて高い伸びと穴抜け性を有すると同時に、高い焼付硬化能、耐久強度を示し、常温時効劣化の少ないことが分かる。また、耐孔あき腐食性にも優れていることを確認できる。

【0044】一方、巻取温度が本発明規定値の上限を外れた試験番号44及び45では十分な焼付硬化能が得られず、更に耐食性も十分でないことが分かる。また、素材鋼のN含有量が本発明規定値の下限を外れた試験番号48～50では十分な焼付硬化能が得られず、

耐久限も低下している。また、巻取温度が本発明規定値の下限を外れた試験番号46及び47では常温時効特性が劣化している。

【0045】更に、素材鋼のSi量が本発明規定値の上限を外れた試験番号50及び53では表面性状が劣化しており、Cu又はP量が本発明規定値の下限を外れた試験番号49～51では耐食性が劣化している。

【0046】

【効果の総括】以上に説明した如く、この発明によれば、比較的軟質で良好な加工性を有すると同時に、加工後に例えば焼付塗装処理のような低温での熱処理を施すことによって顕著に引張強さを上昇させることができ、更には塩水噴霧環境で使用される部材に必要な優れた耐食性をも備えているところの、自動車用あるいは産業機械用構造部材等として好適な熱延鋼板を安定して量産することが可能になるなど、産業上有用な効果もたらさ

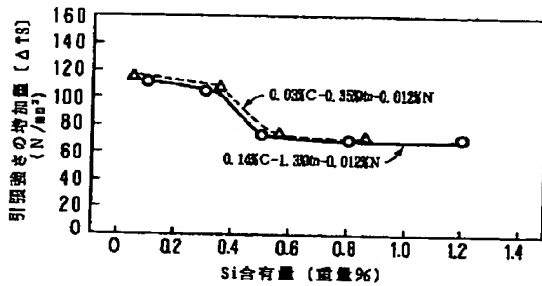
れる。

【図面の簡単な説明】

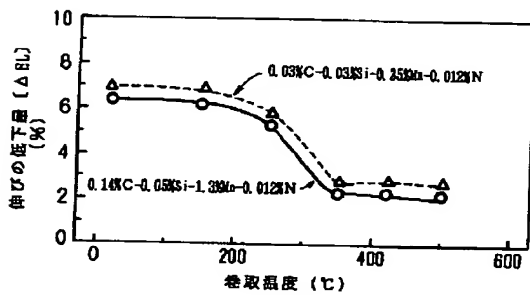
【図 1】 熱延鋼板の焼付硬化特性とSi含有量との関係を示したグラフである。

【図 2】 熱延鋼板の巻取温度と穴抜け性の関係を示した \*

【図 1】



【図 3】

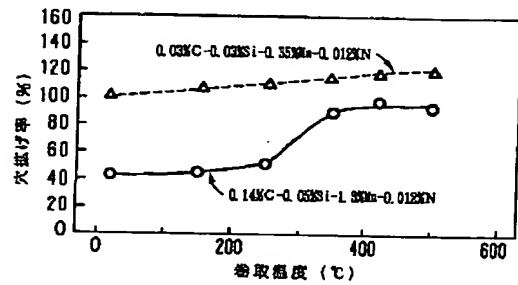


\* グラフである。

【図 3】 熱延鋼板の巻取温度と常温時効劣化性との関係を示したグラフである。

【図 4】 Cu, Ni, P, Nを含有させた耐食鋼と普通鋼の耐食性（最大腐食深さ）を比較したグラフである。

【図 2】



【図 4】

